مجله مهندسی مکانیک و ارتعاشات، تابستان۱۳۹۸، دوره ۱۰، شماره ۲، ص‌ص ۷۷-۸۰

فصلنامه

مهندسی مکانیک و ارتعاشات

jvibme.semnaniau.ac.ir

مطالعه آزمایشگاهی ضریب انتقال حرارت جابجایی در نانو سیال اکسید منیزیم-آب در مبدل حرارتی صفحه ای

محمد قویدل[۱]، سیف الله سعدالدین[۲*]

۱- - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک، واحد سمنان، **دانشگاه آزاد اسلامی**، سمنان، ایران

۲- استادیار، گروه مهندسی مکانیک، واحد سمنان،**دانشگاه آزاد اسلامی**، سمنان، ایران

*سمنان، صندوق پستی ۹۵ ۶۱۹- ۳۵۱۴۹ ،Moghavidel69@gmail.com

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل

دریافت: ۲۱ فروردین ۱۳۹۸

پذیرش: ۳۰ خرداد ۱۳۹۸

ارائه در سایت: ۱۵ شهریور ۱۳۹۸

کلیدواژگان

اکسید منیزیم

نانوسیالات

ضریب انتقال حرارت جابجایی

کسر حجمی

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی ضریب انتقال حرارت جابجایی نانوسیالات حاوی نانوذرات اکسید منیزیم در سیال پایه آب در مبدل صفحه‌ای، انجام شده است. آزمایشات در کسر حجمی‌های (۰/۰۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۱۵ و۰/۰۲) انجام شده است. نانوذره‌ای که در این تحقیق استفاده کرده‌ایم دارای قطر ۲۰ نانومتر می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که با افزایش کسر حجمی نانوسیال، ضریب انتقال حرارت جابجایی و در نتیجه انتقال حرارت نیز افزایش پیدا می‌کند. همچنین درصد افزایش انتقال حرارت جابجایی نانوسیال در کسرحجمی۰/۰۲ نسبت به ۰/۰۰۵، در به ترتیب برابر ۵۲٪ و ۴/۳٪ است.

Experimental studies on the convective heat transfer of MgO–water nanofluid

Mohammad ghavidel[1], Seyfolah Saedodin[2*]

1- Department of Mechanical Engineering, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran
2- Strategic Center for Energy and Sustainable Development, Semnan Branch,Islamic Azad University, Semnan, Iran
*P.O.B. 35149-61995 Semnan, Iran,moghavidel69@gmail.com

Article Information

Original Research Paper
Received 10 April 2019
Accepted 20 June 2019
Available Online 6 september 2019

Keywords
Magnesium oxide
Nano-fluids
Convective heat transfer
Coefficient
Volume fraction

ABSTRACT

The present study aimed to investigate the convective heat transfer coefficient of nanofluids containing magnesium oxide nanoparticles in water-based fluid in the exchanger plates have been carried out. Tests on the volume fraction of (0.005, 0.01, 0.015 and 0.02) were used in this study have Ast.nanvzrh which has a diameter of 20 nm. Also the results show that with increasing fraction nanofluid volume, heat transfer coefficient and thus increases the heat transfer. Also heat transfer nanofluids% increase in volume fraction of 0.02 to 0.005 respectively 52% and 4.3% is on.

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

Please cite this article using:

Mohammad ghavidel, Seyfolah Saedodin, Experimental studies on the convective heat transfer of MgO–water nanofluid, Journal of Mechanical Engineering and Vibration, Vol. 10, No. 2, pp. 77-80, 2019 (In Persian)

۱- مقدمه

یکی از دلایل مهم افزایش انتقال حرارت در نانو سیال نسبت به سیال پایه، افزایش شدید ضریب هدیات حرارتی در نانو سیال می‌باشد. مقالات منتشر شده برای انواع نانو سیالات (انواع سیال پایه و انواع نانو ذره یا نانو لوله)موید این مطلب است که با افزودن نانو ذرات به سیال پایه ضریب هدایت گرمایی افزایش یافته و میزان این افزایش به مقدار ذرات، اندازه ذرات، نوع ذرات و نیز نوع سیال پایه همبستگی دارد.

دوسانسوک و ونگویزز[۱] به بررسی تأثیر روابط مختلف موجود جهت محاسبه ویسکوزیته و ضریب رسانندگی حرارتی و ظرفیت حرارتی ویژه نانوسیال بر عدد ناسلت متوسط نانوسیال آب-اکسید تیتانیوم با قطر nm ۲۱ و کسرحجمی ۰/۲% پرداختند. آنها از CTAB با غلظت ۰/۰۱% برای تغییر خواص سطحی نانوسیال استفاده کردند. آنها دریافتند که برخلاف مشاهده تغییرات و اختلافات کوچک بین روابط مختلف، عدد ناسلت متوسط هیچ تغییری نمی‌کند.

زینعلی هریس و همکاران[۲] به تحقیق در مورد ضریب انتقال حرارت جابجایی نانو سیالات آب-اکسید الومینیوم و در رژیم جریان آب در یک لوله حلقوی تحت شرایط مرزی دمای ثابت دیواره پرداختند این شرایط با حالت فلاکس حرارتی ثابت دیواره که توسط محققان دیگر بررسی شده بود متفاوت بود دستگاه آزمایشگاهی از یک لوله حلقوی به طول m ۱ که لوله داخلی از جنس مس با قطر داخلی mm ۶ و ضخامت mm ۰/۵ و لوله خارجی از جنس فولاد ضد زنگ با قطر خارجی ۳۲mm تشکیل شده بود بخار اشباع برای ایجاد شرایط مرزی دمای دیواره ثابت مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که ضریب انتقال حرارت با افزایش اعداد پکلت و تراکم حجمی نانوذرات افزایش می یابد همچنین نانو سیال آب-اکسید الومینیوم افزایش بیشتری نسبت به نانو سیال آب-اکسید مس از خود نشان داد.

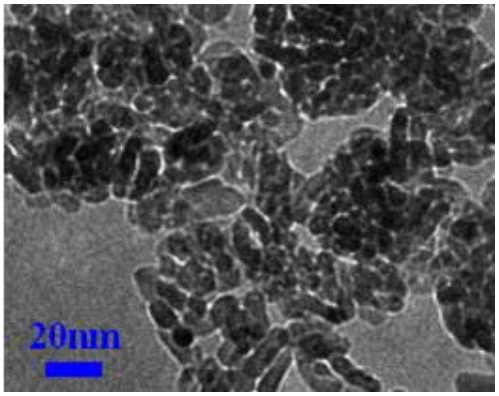
سروش و همکاران[۳] به بررسی انتقال حرارت و ضریب اصطکاک نانوسیال آب-اکسید مس با قطر متوسط ۱۵/۷ نانومتر با حداکثر کسرحجمی ۰/۳% در جریان مغشوش‌کاملا ً توسعه یافته با عدد رینولدز بین ۲۵۰۰ و ۶۰۰۰ پرداختند و بیان داشتند که انتقال حرارت نانوسیال نسبت به سیال پایه بسیار افزایش می‌یابد. برای پخش نانوذرات در سیال پایه از التراسونیک به مدت ۶ ساعت استفاده شد. به گفته آنها هیچ روش دیگری برای پایدار استفاده نشده است با این حال اسیدیته نانوسیال را برابر با مقدار ۴/۸۳ ذکر کردند.

دوسانسوک و ونگویزز [۴] در بررسی دیگری به مطالعه تأثیر دبی آب داغ، دمای آب داغ و دمای نانوسیال بر عدد ناسلت متوسط نانوسیال آب - اکسید تیتانیوم با قطر ۲۱ نانومتر و کسرحجمی ۰/۲% پرداختند و نشان دادند که مقدار انتقال حرارت با افزایش دبی نانوسیال و یا آب داغ افزایش پیدا می‌کند. همچنین با کاهش دمای نانوسیال، مقدار انتقال حرارت افزایش یافته در حالیکه دمای آب داغ تأثیری بر نرخ انتقال حرارت نخواهد داشت. عدد رینولدز بین ۴۰۰۰ تا ۱۸۰۰۰، دمای نانوسیال مقادیر ۱۵،۲۰ و ۲۵ درجه سلسیوس و دمای آب داغ مقادیر درجه سلسیوس می‌باشند.

هی و همکاران[۵]نتایج ازمایشات خود را مورد انتقال حرارت و رفتار جریانی نانو سیال آب- اکسید تیتانیوم را که دریک لوله عمودی تحت شرایط مرزی فلاکس حرارتی ثابت حرکتی رو به بالا داشت تحت رژیم‌های جریان ارام و متلاطم ارائه نمودند. نتایج آنها نشان داد که ضریب انتقال حرارت با افزایش غلظت نانو ذرات در هر دو رژیم جریان آرام متلاطم در عدد رینولدز ثابت و سایز ذره یکسان افزایش می‌یابد بطور مشابه در غلظت یکسان و عدد رینولدز ثابت ضریب انتقال حرارت نسبت به قطر میانگین ذرات تحت شرایط آزمایشگاهی تغییرات محسوسی از خود نشان نداد. تاثیرات کوچک اندازه ذرات روی ضریب انتقال حرارت می‌تواند ناشی از مهاجرت نانو ذرات باشد. آنها همچنین دریافتند که افت فشار نیز نسبت به حالت استفاده از سیال پایه تغییر خاصی نداشته است.

۱. طریقه ساختن نانوسیال

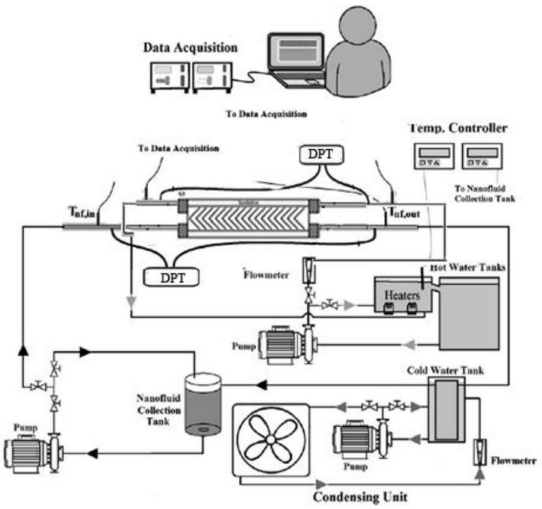
در این تحقیق برای آماده سازی نانوسیال از روش دو مرحله‌ای استفاده کرده‌ایم.نانو ذرات تولیدی در چهار کسر حجمی ۰/۰۰۵،۰/۰۱،۰/۰۱۵ و۰/۰۲ درصد می‌باشند.در ضمن تصویر TEM نانوذره مورد استفاده ما به صورت زیر می‌باشد.



شکل۱: تصویر TEM نانوذره اکسید تیتانیوم

۲. دستگاه آزمایش

بخش‌های مختلف دستگاه آزمایش مورد نیاز برای اندازه گیری ضریب انتقال حرارت جابجایی در شکل زیر نشن داده شده است. سیستم آزمایشگاهی مورد استفاده در این تحقیق یک مبدل صفحه‌ای است که قادر است در هر دو حالت جریان هم جهت و غیر هم جهت کار کند. دستگاه آزمایش مطابق شکل ۲ می باشد.

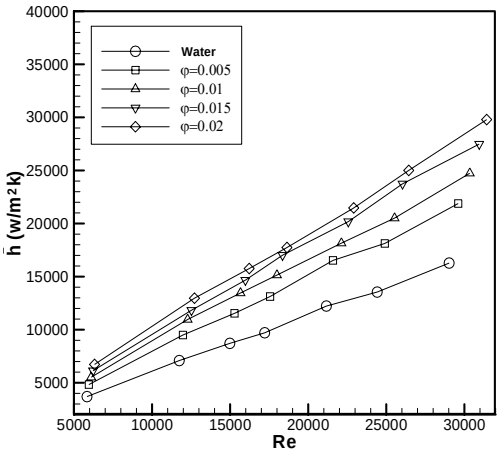


شکل ۲ طرحواره دستگاه آزمایش ضریب انتقال حرارت جابجایی

۳. تحلیل و بررسی نتایج

در این تحقیق، ضریب انتقال حرارت جابجایی نانو سیال اکسید منیزیم – آب در کسر حجمی‌های مختلف مورد بحث قرار گرفته است.

همانطور که در شکل ۳ دیده می شود ضریب انتقال حرارت در کسر حجمی و رینولدزهای مختلف ارائه شده است. انتقال حرارت با زیاد کردن عدد رینولدز افزایش می‌یابد از طرفی افزایش عدد رینولدز، ضمن اینکه باعث افزایش انتقال حرارت می‌شود نسبت ضریب انتقال حرارت جابجایی را هم افزایش خواهد داد. در کسر حجمی‌های بالا افزایش انتقال حرارت با افزایش عدد رینولدز، محسوس‌تر بوده و در کسر حجمی پایین‌تر این مقدار کمتر است.



شکل ۳ نسبت ضریب انتقال حرارت جابجایی برای نانوسیال آب - اکسید منیزیم بر حسب عدد رینولدز در ۴ کسرحجمی مختلف

از طرفی به خاطر موجدار بودن صفحات مبدل،جریان دارای اغتشاش بالایی می‌باشد. طی مطالعاتی که صورت گرفته، به این نتیجه رسیده‌ایم که برای جریان آرام که در آن هدایت حرارتی نقش موثری در انتقال حرارت دارد، میزان انتقال گرما متناسب با ضریب هدایت حرارتی سیال است و به همین دلیل اضافه کردن نانوذرات به سیال پایه نرخ انتقال حرارت را افزایش می‌دهد .ولی در جریان مغشوش، جابجائی و اغتشاش جریان در انتقال حرارت مؤثرترند و ضریب هدایت حرارتی نقش کمتری را ایفا می‌کند. بالا رفتن رینولدز تا حدودی مغشوش بودن جریان و در نتیجه جابجایی را کاهش می‌دهد ولی همیشه این اتفاق نخواهد افتاد که زیاد شدن ضریب هدایت حرارتی بتواند این کاهش انتقال حرارت که بدلیل لزجت زیاد ایجاد شده است را جبران کند و در چنین مواردی اضافه کردن نانوذرات نه تنها انتقال حرارت را افزایش نمی‌دهد بلکه بدلیل لزجت بالایی که ایجاد می‌کند، باعث کاهش انتقال حرارت نیز شود. به همین دلیل گفته می‌شود که عملکرد نانوسیال بستگی به هر دو عامل خواص ترموفیزیکی آن و نوع رژیم جریان دارد. حال مشابه این تعبیر را میتوان برای رینولدزهای پایین و بالا بکار گرفت .اگرچه در اینجا اضافه کردن نانوذرات چه در رینولدزهای پایین و چه در رینولدزهای بالا باعث افزایش نرخ انتقال حرارت شده است ولی بدلیل اینکه با افزایش رینولدز، میزان اغتشاش جریان بیشتر و نقش ضریب هدایت حرارتی کمتر و در مقابل نقش جابجایی پر رنگتر میگردد، بنابراین میزان افزایش نرخ انتقال حرارت و ضریب کلی انتقال حرارت با افزایش رینولدز کاهش می‌یابد.

۴- نتیجه گیری

۱) درصد افزایش انتقال حرارت جابجایی نانوسیال در کسرحجمی۰/۰۲% نسبت به ۰/۰۰۵%، در بیشترین و کمترین عدد رینولدز به ترتیب برابر ۵۲% و ۴/۳% لازم به ذکر است که این مقادیر در بیشترین و کمترین مقادیر عدد رینولدز حاصل شده است. دلایل احتمالی افزایش ضریب انتقال حرارت جابجایی را می توان به صورت زیر بیان کرد:

- نانو سیال با نانو ذرات معلق هدایت حرارتی مخلوط را بالا می برند.
- حرکت آشفته و بی نظم نانو ذرات سبب افزایش انتقال حرارت می شود.

۲) ضریب انتقال حرارت با افزایش عدد رینولدز و غلظت نانو ذرات افزایش می یابد.

۳) برای افزایش انتقال حرارت در اعداد رینولدز بالا به غلظت های کم نانو ذرات و در اعداد رینولدز پایین به غلظت های بالاتر نانو ذرات نیاز داریم.

۴) مقایسه این تحقیق با نتایج تحقیقات مشابه گذشته نشان می دهد که غلظت های بالای نانو سیال ذرات در جریان آرام نسبت به جریان آشفته افزایش انتقال حرارت بیشتری را باعث می شود. اما در مورد تاثیر غلظت های مختلف نانو ذرات رو ضریب انتقال حرارت جابجایی و ویژگی های جریان نانو سیالات هنوز باید تحقیقات بیشتری صورت گیرد.

۵- مراجع

[1]W. Duangthongsuk and S. Wongwises, “An experimental study on the heat transfer performance and pressure drop of TiO < sub> 2</sub>-water nanofluids flowing under a turbulent flow regime,” Int. J. Heat Mass Transf., vol. 53, no. 1, pp. 334–344, 2010.

[2] S. Zeinali Heris, S. G. Etemad, and M. Nasr Esfahany, “Experimental investigation of oxide nanofluids laminar flow convective heat transfer,” Int. Commun. Heat Mass Transf., vol. 33, no. 4, pp. 529–535, 2006.

[3] S. Suresh, M. Chandrasekar, and S. Chandra Sekhar, “Experimental studies on heat transfer and friction factor characteristics of CuO/water nanofluid under turbulent flow in a helically dimpled tube,” Exp. Therm. Fluid Sci., vol. 35, no. 3, pp. 542–549, 2011.

[4] S. Suresh, M. Chandrasekar, and S. Chandra Sekhar, “Experimental studies on heat transfer and friction factor characteristics of CuO/water nanofluid under turbulent flow in a helically dimpled tube,” Exp. Therm. Fluid Sci., vol. 35, no. 3, pp. 542–549, 2011.

[5] Y. He, Y. Jin, H. Chen, Y. Ding, D. Cang, and H. Lu, “Heat transfer and flow behaviour of aqueous suspensions of TiO< sub> 2</sub> nanoparticles (nanofluids) flowing upward through a vertical pipe,” Int. J. Heat Mass Transf., vol. 50, no. 11, pp. 2272–2281, 2007.